

자석식 교반기에서 교반 자석의 탈조 검출 장치에 대한 연구

Study on a device for detecting session of a magnetic bar in magnetic stirrers

이호철* · 오정호*

Hocheol Lee, and Jeongho Oh

1. 서 론

교반기(stirrer)는 가장 널리 사용되고 있는 이화학 장비 중 하나로 2가지 이상의 액체가 골고루 잘 섞일 수 있도록 유동을 생성해주는 장치를 말한다. 액체에 유동을 생성하기 위하여 여러 가지 방법이 사용되고 있는 현재 가장 많이 사용되고 있는 방식은 자석을 이용한 방식이다. 자석을 이용한 방식은 Fig.1에 보인 바와 같이 섞고자 하는 용액 속에 교반용 자석막대(magnetic bar)을 넣고 용기의 하단에서 회전하는 자기장을 생성함으로써 교반을 구현한다. 많은 경우 반응속도의 향상을 위해서 용액을 가열할 필요가 있어 그림에 보인 것과 같이 가열판(hot plate)이 장착되어있기도 하다.

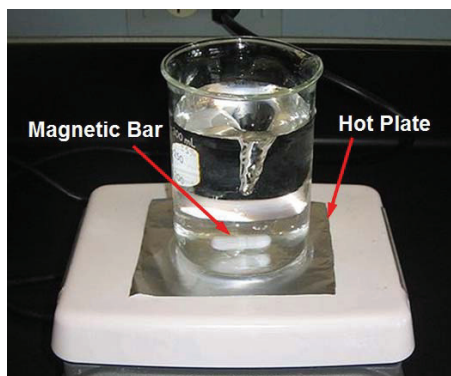


Fig. 1 Example of Hot Plate Stirrer

자석 막대를 회전시키기 위한 회전 자기장을 생성하는 방법으로는 자석 막대와 비슷하게 착자된 강력한 영구자석을 모터 등을 이용하여 직접 회전시키

는 방법이 전통적으로 가장 많이 사용되어왔다. 이는 강력한 자기장을 형성할 수 있다는 장점이 있어 높은 회전수에서도 안정적으로 자석 막대가 교반작용을 수행할 수 있게 해준다는 장점을 가지고 있다. 하지만 물리적으로 회전하는 부품들을 가지고 있어 유지보수 측면에서는 불리한 것도 사실이다. 특히 이화학장비에서는 유증기 등으로 인한 부식이 이러한 부품들에 악영향을 주는 것으로 알려져 있다.

영구자석을 이용한 방식과 달리 전자석을 이용하여 회전자기장을 생성하는 방식의 경우 기계적으로 회전하는 부품이 존재하지 않아 내구성 측면에서 상대적으로 유리하지만 강력한 자기장을 생성하는 것이 어렵다.

어떤 경우이건 교반기의 성능을 최대에 끌어올리기 위해서는 자기회로를 적절하게 구성하는 것이 필요하며 이렇게 구성된 자기회로가 얼마나 교반을 안정적으로 유지하는지를 평가할 필요가 있다. 하지만 자석 막대의 회전속도가 일정속도 이상으로 올라가면 유동의 특성이 층류에서 난류로 바뀌게 되어 매우 예측 불가능한 상태가 되어 분석 자체를 어렵게 만들게 된다. 지금까지 이에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없으며 수행된 연구들도 대부분 CFD를 이용한 해석을 중심으로 한 것들이다.(1)~(3)

이에 본 연구에서는 교반기의 성능을 개선하기 위한 기반기술로 탈조 순간을 유동에 영향을 주지 않는 방식으로 검출할 수 있는 검출 장치를 제작하고 이를 이용하여 실제로 자석식 교반기의 성능을 측정해보았다.

2. 본론

2.1 실험장치의 구성

Fig.2는 본 연구를 통해서 제작된 탈조검출 실험

† 교신저자; 정희원, 대구가톨릭대학교 기계자동차공학부
E-mail : hclee21@cu.ac.kr
Tel : 053-850-2712, Fax : 053-850-2710

* (주)대한과학

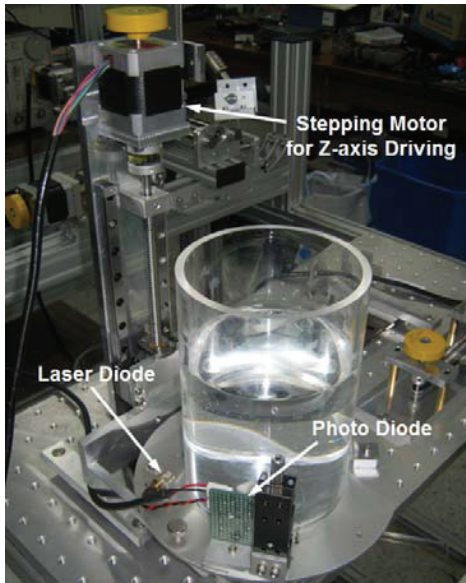


Fig. 2 Experimental setup for detecting session of magnetic bar in a non-invasive way

장치를 보여주고 있다. 본 연구에서는 실제 유동에 영향을 주지 않으면서 자석 막대가 본래의 기능을 다하지 못하고 탈조된 순간을 정확하게 검출하기 위해서 적색 반도체 레이저를 사용하였다. 자석 막대가 탈조가 일어나지 않았을 때는 접근하지 않는 경로에 레이저를 조사하고 이 레이저 경로의 끝에 검출용 포토 다이오드를 놓았다. 교반동작이 정상적으로 이루어지고 있는 경우에는 레이저가 방해를 받지 않고 있다가 탈조가 일어나면 자석 막대가 이 경로를 방해하여 포토 다이오드에 빛이 도달하지 않는 순간을 검출하는 것이다.

2.2 실험 결과

Fig.3은 Fig.2에 보인 Z축 방향의 스텝핑 모터를 이용하여 비이커를 일정한 간격으로 이동하면서 교반동작이 탈조가 일어나는 순간을 검출한 결과를 보여주고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 탈조가 일어날 때는 거의 난류가 형성된 상태이므로 무작위성을 보상하기 위하여 각각의 높이에서 100번의 실험을 수행하여 이에 대한 평균값을 채택하였다. 그림에서 알 수 있듯이 비이커와 회전자기장을 생성하는 장치 사이의 거리가 일정한 거리 이상이 되면 탈조가 발생하기 시작하며 이 위치가 설계의 기준이 될 수 있는 위치가 된다.

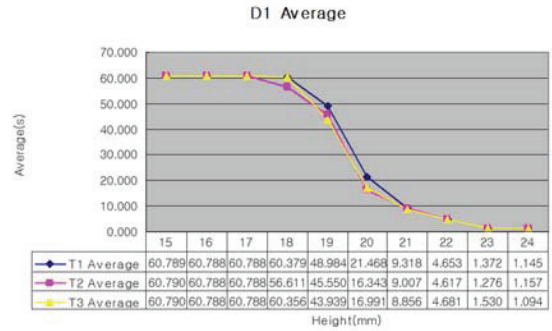


Fig. 3 Variation of session according to height change

여기서 Y축의 단위는 시간인데 이 값이 60으로 되어있다는 것은 탈조가 일어나지 않았음을 0은 회전을 시작하자마자 탈조가 일어남을 의미한다.

3. 결 론

본 연구에서는 자석식 교반기의 자기회로 성능을 정확하게 평가하기 위해서 탈조 현상을 정확하게 검출하는 장치를 개발하였다. 개발된 장치는 레이저광을 이용하였으며 자기회로의 탈조와 관련된 성능을 정량적으로 평가하는 것이 가능함을 확인하였다.

후 기

본 연구는 2012년 (주)대한과학의 지원에 의해서 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

4. 참고문헌

1. Mahmud, T. et.al., 2009, Measurement and modeling of free-surface turbulent flows induced by a magnetic stirrer in an unbaffled stirred tank reactor, Chemical Engineering Science, Vol.64, pp.4197~4209
2. Barbeu, F., Gbahoue, L and Martemianov, S., 2002, Energy Cascade in a Tornado Wise Flow Generated by Magnetic Stirrer, Energy Conversion and Management, Vol.43, pp.399~408
3. Mavros, P., 2001, Flow Visualization in Stirred Vessels-A Review of Experimental Technique, Trans. IChemE, Vol.79, Part A, No.3, pp.113~127